

(Ⅲ-24) 三軸圧縮試験による薬液注入効果の確認

東日本旅客鉄道㈱東京工事事務所 〇正会員 清水 満
 東日本旅客鉄道㈱東京工事事務所 正会員 五味一男
 東日本旅客鉄道㈱東京工事事務所 正会員 藤沢 一
 東日本旅客鉄道㈱東京工事事務所 正会員 渡邊明之

1. はじめに

既設単線並列シールドトンネル（トンネル外径 ϕ 7.10m）直上部に、近接して交差する2径間の箱型トンネル（幅13.3m×高さ8.3m）の施工を行った。

このトンネル工事にあたり、補助工法として薬液注入工を実施し注入効果の確認を行ったので、ここに報告する。

2. 工事概要

本工事は、既設トンネルの直上を離隔約2mで2径間の箱型トンネルを交差して構築するものである。今回、交差部のトンネル施工にあたり掘削時の既設トンネルの浮き上がりが懸念されたため、トンネル上部の除去する荷重を極力少なくする工法—全周パイルーフ工法を採用した。

施工順序は下記の通りである。

- ① 猪進たて坑を作業基地として構築
- ② パイルーフ周辺は止水、パイルーフ内側は地盤強化を目的とした薬液注入の施工
- ③ 全周のパイルーフの施工
- ④ パイルーフ内全面掘削及び支保工設置
- ⑤ 函体構築 となっている。

3. 薬液注入工の施工

薬液注入は、たて坑内より片側約30mの水平ボーリングによる注入とし、パイルーフ周辺注入は止水目的の多重管複相注入、パイルーフ内部の掘削断面内は地盤強化を目的とした二重管単相注入とした。

(1) パイルーフ周辺注入

注入対象域のうち、既設トンネルから比較的にはなれている部分をAゾーン、既設トンネル直上部をBゾーンとして計画した。Aゾーンについては片側4セットで施工し、注入の瞬結タイプの注入速度は両液 16 ℓ /分、注入圧 5～10kgf/cm²、ゲルタイム 8～10秒とし注入率は9%とした。また、緩結タイプは注入速度は両液で16 ℓ /分、注入圧 5～10kgf/cm²、ゲルタイム 8～10分とし注入率は26%とした。

図-1 薬液注入断面図

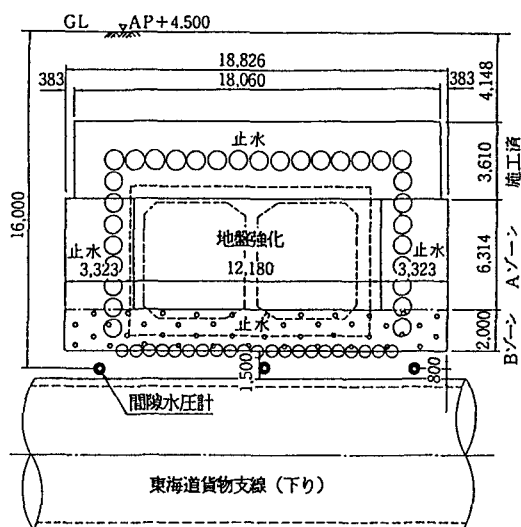
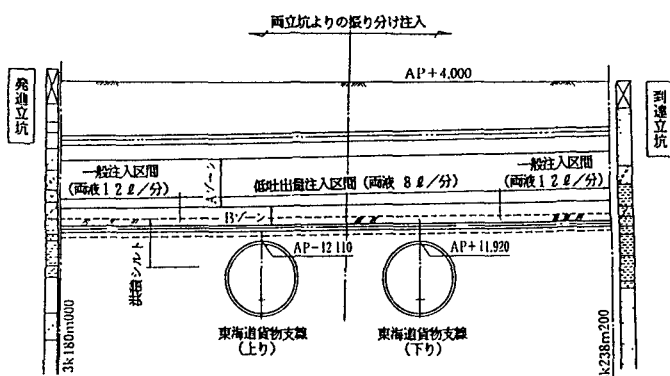


図-2 薬液注入範囲図



Bゾーンについては注入圧ならびに間隙水圧の上昇を極力抑えるため、下部より上部に向かって片側2セットで注入を行った。注入速度は、シールド中央部は瞬結・緩結とも両液で8ℓ/分、端部は両液で12ℓ/分で計画し既設トンネルの変状測定を行いながら施工を行った。

(2) パイプルーフ内注入（地盤強化）

地盤強化注入は瞬結タイプとし、注入速度は両液で16ℓ/分、注入圧は5～10kgf/cm²、ゲルタイム3～10秒、注入率30%で注入を行った。

4. 薬液注入効果の確認

薬液注入効果の確認として各種の方法が提案されているが、今回は三軸圧縮試験によって掘削部分にあたる発達した坑側の細砂層部を調査した。

(1) 目視による観察結果

今回の確認調査は上部パイプルーフが施工済みのため、水平ボーリングによるコアバックチューブ法による資料採取とした。採取した資料の固結状態を見ると、砂層部では薬液が筋状の固まりとしてみられる部分はほとんどなく、薬液が地山に浸透していると思われた。

(2) 土質試験結果の比較

表－1 土質試験結果比較表

当初の土質試験結果と今回の確認試験結果の比較を表に示す。

表より、物理的性質については土粒子の比重がほとんど同じであるのに対し、含水比が減少し湿潤密度が微量ながら増加している。これは、土中の水分が薬液に置換されたものと考えられる。ただし薬液のゲルはそのほとんどが水であるため、数字的には大きな増加とはなっていないようである。

三軸試験の結果を見ると、せん断抵抗角が減少しており粘着力が付加されている結果となっている。これは薬液注入により土中の間隙部分が薬液のゲルに置換されたためと考えられる。

5. おわりに

薬液注入工法は地盤改良工法のうち設備が小規模であり、狭あいな施工現場でも施工が可能であること、また振動・騒音等の問題も少ないことから広く利用されている。しかしながら、薬液注入工法の施工段階においては、薬液の浸透範囲や固結状態を把握することが困難であり、このことからこの工法の信頼性が問題となっている。

今後、より多くの薬液注入現場において施工データと改良状態の調査を実施し、将来注入時のデータから注入した薬液の浸透範囲や固結状態を予測できるような管理方法確立すべく、調査を実施して行く所存である。

(参考文献)

- 1) 久永, 吉永: 薬液注入工事に伴う周辺地盤の変位 基礎工 Vol.19, No.3 (1991)